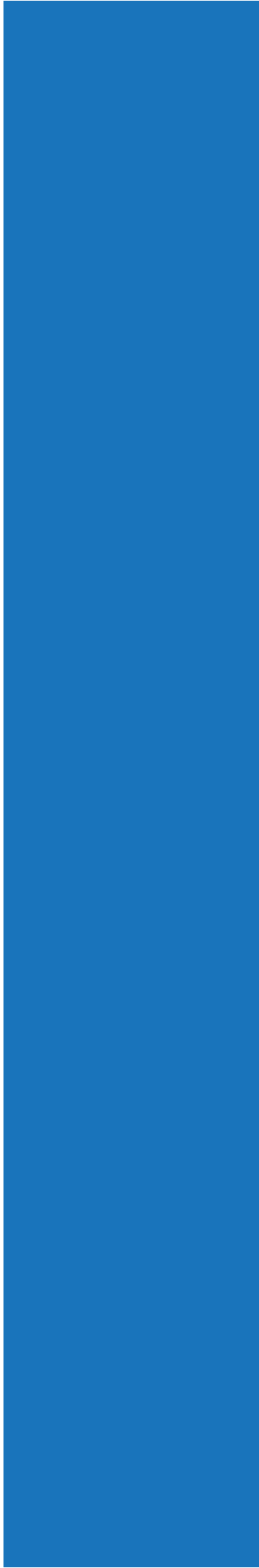


# ENERGÍA NUCLEAR Y SEGURIDAD DE SUMINISTRO



**DICIEMBRE 2014**



# INTRODUCCIÓN

---

## LA SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES DEL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO ES UNA PRIORIDAD ESTRATÉGICA PARA TODAS LAS ECONOMÍAS DEL MUNDO.

**E**n España, a pesar de los esfuerzos de diversificación emprendidos, sigue existiendo una gran dependencia de los combustibles fósiles, en particular el petróleo y el gas.

La situación geopolítica internacional se caracteriza por una gran concentración de los recursos petrolíferos en países de Oriente Medio sometidos a riesgos de inestabilidad política, que se trasladan a su precio y suministro. Por lo que se refiere al gas, aunque esté más diversificado y se disponga ya en algunos países de explotaciones no convencionales en producción, el incremento de demanda en Asia hace que exista una gran volatilidad en los precios y una creciente dificultad en asegurarse contratos de suministro a largo plazo a precios competitivos.

El resumen de esta situación actual es que existe una incertidumbre permanente en el mercado global del petróleo y el gas, con una gran volatilidad, dificultades en la predicción de los precios y una dependencia de suministro de zonas geográficas con escasa estabilidad política y social.

Por ello, **para garantizar el suministro energético es necesario disponer de un mix diversificado y equilibrado.** Cuanto más diversificado sea, menos vulnerable será el país ante los acontecimientos externos que pudieran producirse con efectos en el abastecimiento de materias primas energéticas desde el exterior; cuanto más

equilibrado, mayor estabilidad y garantía de suministro para el conjunto del país.

**La energía nuclear ayuda de modo relevante a conseguir este objetivo por la fiabilidad de suministro del combustible a precios competitivos y previsibles a largo plazo.** De acuerdo con la última edición del Libro Rojo del Uranio de NEA/OCDE y OIEA/ONU (septiembre de 2014), la disponibilidad a largo plazo de las reservas mundiales de uranio está asegurada por la diversidad de países poseedores de las mismas. A un precio de 130 \$/kg U, las reservas totales identificadas en el mundo ascienden a 5,9 millones de toneladas, y considerando un precio de 260 \$/kg U ascienden hasta 7,6 millones de toneladas, lo que supone disponer de reservas suficientes para abastecer el parque nuclear mundial actual durante más de 120 años.

La mayoría de los países en los que se encuentran estas reservas son estables desde el punto de vista geopolítico. Los 10 más importantes son: Australia, con el 28,9%, Kazajistán, con el 11,5%, Rusia, con el 8,6%, Canadá, con el 8,4%, Níger, con el 6,8%, Sudáfrica, con el 5,7%, Namibia, con el 6,5%, Brasil, con el 4,7%, Estados Unidos, con el 3,5%, y China, con el 3,4%.

# DEPENDENCIA ENERGÉTICA EXTERIOR DE ESPAÑA

Según datos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), en 2013 nuestro consumo energético primario ha estado dominado por los combustibles fósiles,

que han supuesto más del 73% del total. El desglose por cada una de las materias primas es el siguiente:

Carbón		Petróleo		Gas Natural		Nuclear		Hidráulica		Eólica, Solar y Geotérmica		Biomasa, biocarburantes y residuos		Residuos no renovables		Saldo (1)	TOTAL
ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	(%)	ktep	ktep
10.531	8,69	52.934	8,69	26.077	21,53	14.785	12,20	3.163	2,61	7.663	6,32	6.383	5,27	160	0,13	-579	121.117

(1) Saldo de intercambios internacionales de energía eléctrica (Importaciones-Exportaciones)

La producción interior de energía primaria ha sido la siguiente:

Carbón	Petróleo	Gas	Nuclear	Hidráulica	Eólica, Solar y Geotérmica	Biomasa, biocarburantes y residuos	TOTAL
1.688 ktep	385 ktep	50 ktep	14.785 ktep	3.163 ktep	7.663 ktep	6.014 ktep	33.748 ktep

El grado de autoabastecimiento por cada una de las materias primas ha sido el siguiente:

Carbón	Petróleo	Gas	Nuclear	Hidráulica	Eólica, Solar y Geotérmica	Biomasa, biocarburantes y residuos	TOTAL
16,02%	0,72%	0,19%	100,0%	100,0%	100,0%	94,21%	27,9%

De esta manera la dependencia energética exterior de España en 2013 ha sido del 72,1%, lo que ha supuesto un saldo negativo en la balanza de comercio exterior superior a los 41.900 millones de euros, equivalente a más del 4% de nuestro Producto Interior Bruto (PIB). La importación de materias primas energéticas supone el 23% del total de los bienes y servicios importados anualmente.

En el caso del petróleo, el 14,06% se ha importado de Arabia Saudí, el 13,15% de Nigeria, el 14,04% de Rusia y el 15,44% de México. En el caso del gas, el 51,1% se ha importado de Argelia, el 12% de Francia, el 11,5% de Abu Dabi, Qatar y Omán, y el 9,9% de Nigeria. En el caso de España, la alta dependencia del gas de Argelia (más del 51% en 2013) introduce riesgos estratégicos importantes.

# CONTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR A LA SEGURIDAD DE SUMINISTRO

La contribución de la energía nuclear a la seguridad del suministro puede analizarse desde dos puntos de vista:

- En primer lugar, considerando el combustible necesario para la producción eléctrica por nuestras centrales nucleares.
- En segundo lugar, considerando la aportación de la producción eléctrica nuclear al sistema eléctrico, en particular, y al sector energético, en general.

## ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR EN ESPAÑA

El proceso de fabricación del combustible nuclear se compone de varias etapas:

- Etapa de extracción y concentración de mineral de uranio.
- Etapa de conversión del concentrado de uranio en hexafluoruro de uranio.
- Etapa de enriquecimiento del hexafluoruro de uranio y conversión en dióxido de uranio.
- Etapa de fabricación de los elementos combustibles.

En España, únicamente se lleva a cabo la etapa última de fabricación de los elementos combustibles, concretamente en la fábrica de ENUSA en Juzbado, provincia de Salamanca. La primera etapa de extracción y concentración de mineral de uranio actualmente no se realiza en España.

En 2013, ENUSA Industrias Avanzadas ha suministrado a las centrales nucleares es-

pañolas un total de 178 toneladas de uranio enriquecido.

Para ello, España ha comprado el pasado año 1.184,6 toneladas de concentrados de uranio (U3O8), procedentes de Rusia, Níger, Canadá, Kazajistán, Namibia, Malawi y Sudáfrica.

A pesar de ello, y de acuerdo con la metodología de la Agencia Internacional de la Energía utilizada por la Dirección General de Política Energética y Minas del MINE-TUR en sus estadísticas, **todo el abastecimiento de combustible nuclear en España se considera de carácter nacional.**

Ello se debe a que la seguridad de tener el combustible a disposición cuando se necesita es comparable a la del combustible nacional, y muy superior a la de los combustibles fósiles, que se han de importar de zonas a menudo muy inestables. **A modo de comparación, el nivel de reservas estratégicas de petróleo y gas se cifra en semanas o pocos meses, mientras que el del combustible nuclear es de varios años.**

Enusa contrata habitualmente los servicios de conversión (transformación del concentrado de uranio U3O8 en hexafluoruro de uranio gaseoso UF6) en los siguientes países: Rusia, Francia, Estados Unidos, Canadá y Reino Unido, y los servicios de enriquecimiento (aumento de la concentración relativa del isótopo fisionable del uranio U-235) en Rusia, Reino Unido, Holanda, Alemania, Francia y Estados Unidos.

A nivel mundial, en 2013 los servicios de conversión y de enriquecimiento se han repartido en la proporción siguiente:

### SERVICIOS DE CONVERSIÓN

Rusia	26%
Francia	23%
Estados Unidos	17%
Canada	15%
Reino Unido	10%
China	9%

Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas

### SERVICIOS DE ENRIQUECIMIENTO

Rusia	26%
Reino Unido + Holanda + Alemania	23%
Francia	17%
Estados Unidos	15%
China	10%
Otros	9%

Fuente: ENUSA Industrias Avanzadas



## CONSIDERACIÓN DEL CARÁCTER NACIONAL DEL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR. CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS

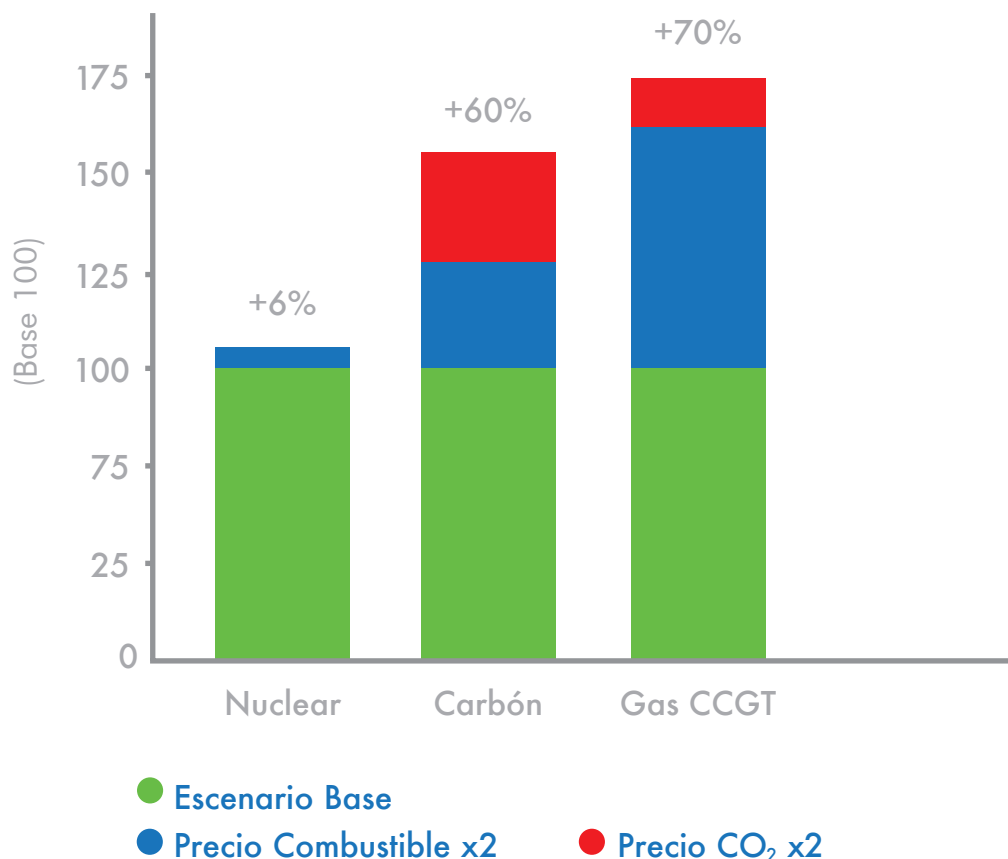
La energía nuclear se considera en España de origen nacional por los siguientes criterios:

- No es necesario un aporte continuo de combustible a la central nuclear (como ocurre con las tecnologías basadas en combustibles fósiles). En cada parada de recarga, se introduce en el núcleo del reactor el combustible necesario para que la central funcione el ciclo de operación completo (de 12 a 24 meses, según la central), con lo que se garantiza la producción, el suministro y el autoabastecimiento eléctrico durante un periodo prolongado de tiempo. El alargamiento de los ciclos operativos de las centrales nucleares ayudaría a mejorar nuestra independencia estratégica.
- El combustible nuclear se tiene almacenado en la central al menos 2 meses antes del inicio de la parada de recarga (la legislación así lo exige). De esta manera, se puede prever con antelación suficiente la compra, el suministro y el aprovisionamiento del combustible nuclear, pues se conoce perfectamente –incluso con años de antelación– la programación de las paradas de recarga. De esta forma, se salva la incertidumbre presente en los mercados internacionales de materias primas energéticas fósiles. Los contratos de suministro se realizan por periodos prolongados de tiempo, generalmente cinco años.
- Junto al stock regulado, las empresas eléctricas propietarias de las centrales nucleares españolas disponen de un stock estratégico voluntario que posibilitaría el funcionamiento durante un año adicional de todo el parque nuclear español. Un incremento –mediante incentivos– de esta reserva estratégica voluntaria incrementaría nuestra independencia estratégica.
- El combustible nuclear tiene una gran capacidad energética por unidad de masa. Una pastilla de uranio (cilindro de 1 cm de diámetro por 1 cm de altura, aproximadamente), con un peso de 5 g, produce la misma cantidad de energía que 3 barriles de petróleo, 1 tonelada de carbón o cerca de 500 m<sup>3</sup> de gas natural.



- El consumo de combustible de una central nuclear estándar (de 18 meses de ciclo de operación) es de unas 30 toneladas de uranio enriquecido. En comparación, para producir la misma cantidad de electricidad, una central térmica de carbón consume 2,5 millones de toneladas y una central de gas de ciclo combinado consume 1.700 millones de m<sup>3</sup>. Por tanto, **una central nuclear no está sometida a las incertidumbres por una eventual escasez repentina de suministro de combustibles fósiles en los mercados internacionales, ni a posibles dificultades en su transporte.**

- El precio del uranio se mantiene tradicionalmente estable en los mercados internacionales de materias primas energéticas. Por otra parte, **el coste del uranio representa una fracción muy pequeña, inferior al 5%, del coste total de producción de electricidad en las centrales nucleares**, por lo que éste tiene una baja sensibilidad a las variaciones del precio del uranio. En este sentido, el coste total de la energía eléctrica generada por las centrales nucleares se dedica a retribuir capitales y servicios nacionales, y sólo una pequeña parte para adquisiciones en el extranjero.



Impacto de la duplicación del precio del combustible y de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los costes de producción de distintas tecnologías. Fuente: AREVA abril 2014

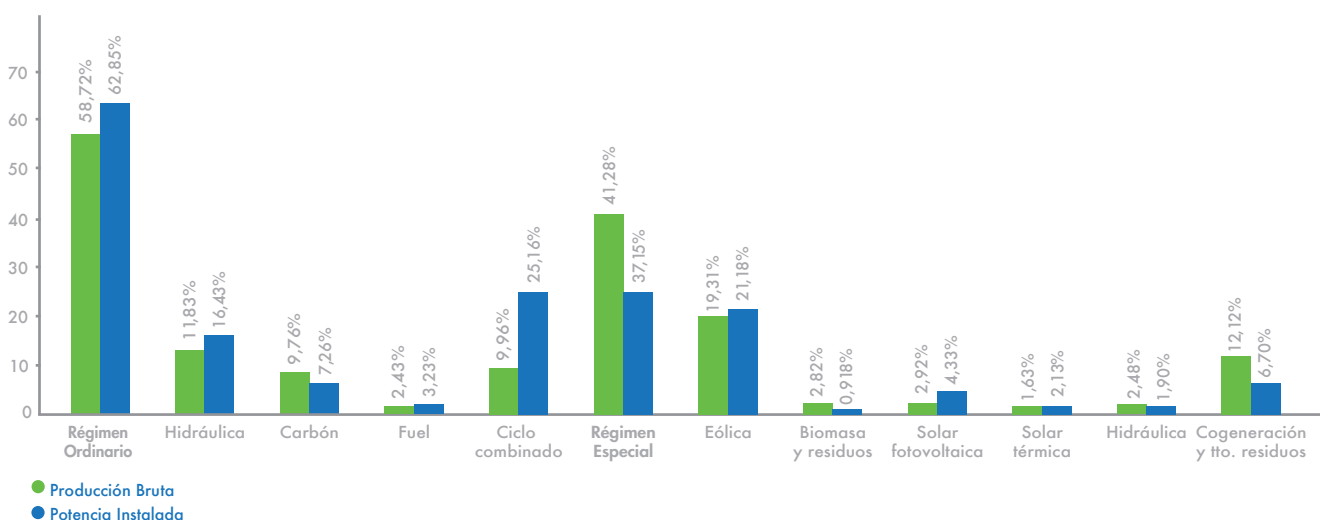


# PRODUCCIÓN DEL PARQUE NUCLEAR ESPAÑOL EN EL SISTEMA ELÉCTRICO

En España, el parque nuclear está formado por 8 reactores en 6 emplazamientos distintos.

millones de kWh, lo que representa el 19,76% del total de la producción bruta del país (287.240 millones de kWh).

En 2013, la producción de energía eléctrica de origen nuclear ha sido de 56.743,39



Sistema eléctrico en España 2013. Participación de las distintas tecnologías  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UNESA y REE

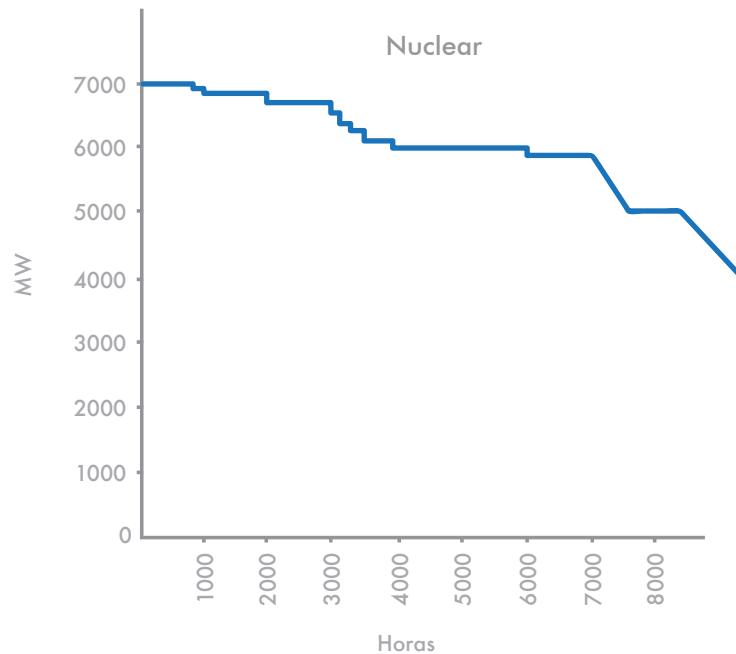
La producción eléctrica de origen nuclear contribuye de forma significativa a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles importados, ya que la sustitución de esta producción por otras fuentes alternativas supondría aumentar su importación en una cifra equivalente a 100 millones de barriles de petróleo anuales.

Los indicadores de funcionamiento históricos (factor de carga, factor de operación y factor de disponibilidad) de nuestro parque nuclear se han mantenido por encima del 85% en los últimos años, lo que convierte a la energía nuclear en una fuente segura y fiable para la producción in-

tensiva de electricidad en base en nuestro sistema eléctrico, aquella que es necesaria para el funcionamiento del mismo las 24 horas del día los 365 del año, ofreciendo una cobertura de la demanda de manera firme e independiente de las condiciones meteorológicas.

De hecho, durante el año 2013, el 85% o más de la potencia instalada operativa del parque nuclear ha estado en operación en el sistema durante 5.732 horas (el 65% del total de las 8.760 horas que tiene el año). Por otro lado, más del 56% de la potencia nuclear instalada ha estado en operación la totalidad de las horas del año.

A continuación se incluye la curva monótona del funcionamiento del parque nuclear en 2013:



Fuente: Elaboración propia con datos de REE

## OPERACIÓN A LARGO PLAZO DEL PARQUE NUCLEAR ESPAÑOL

La operación a largo plazo es el funcionamiento continuado de una central nuclear, manteniendo su nivel de seguridad, más allá del periodo considerado inicialmente en su diseño.

En España, las centrales nucleares no tienen una vida limitada por ley. El periodo de funcionamiento no tiene plazo fijo. Las autorizaciones de explotación se renuevan periódicamente tras la evaluación del Consejo de Seguridad Nuclear y la aprobación del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Varios países del mundo, entre ellos Estados Unidos, Francia, Holanda, Suiza y Suecia, ya han concedido autorizaciones o están trabajando para la operación a largo plazo de sus centrales nucleares.

La operación a largo plazo del parque nuclear español representa una estrategia imprescindible para el cumplimiento de las tres directrices básicas que está promoviendo la Unión Europea: seguridad y calidad de suministro, competitividad y sostenibilidad ambiental. Parece evidente, que el mantenimiento de la operación a largo

plazo de las centrales nucleares españolas contribuiría de forma muy eficaz no sólo al cumplimiento de los objetivos energéticos de la UE para el año 2030 sino, sobre todo, a

reforzar nuestra garantía de suministro y seguridad en el abastecimiento que los tiempos actuales demandan.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

---

La estrategia de seguridad energética más eficaz es la reducción de la vulnerabilidad mediante la diversificación, tanto de las tecnologías y fuentes primarias y sus orígenes geográficos, como de las rutas y modalidades utilizadas en su transporte. Debe considerarse tanto la seguridad física, consistente en la seguridad de acceso a las distintas fuentes de energía, como la seguridad económica, que estriba en que los precios de la energía sean compatibles con los fines económicos últimos de cada sociedad: bienestar, desarrollo sostenible y competitividad industrial.

En España, la energía nuclear produce el 20% de la electricidad consumida cada año. Por esta razón, contribuye de forma significativa a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles importados. Puesto que las centrales nucleares españolas operan con altos indicadores de funcionamiento –históricamente superiores al 85%–, la energía nuclear es una fuente segura y fiable de producción de electricidad en base.

La energía nuclear ayuda de modo relevante a conseguir el objetivo de la seguridad de suministro por la fiabilidad de abastecimiento del combustible a precios competitivos y previsibles a largo plazo. El

uranio está disponible en una gran variedad de países estables desde el punto de vista geopolítico. Además, el coste del uranio representa una fracción muy pequeña del coste total de producción de electricidad en las centrales nucleares, por lo que éste tiene una baja sensibilidad a las variaciones de su precio.

La cantidad de combustible nuclear necesaria para producir una determinada cantidad de electricidad es muy baja en comparación con otras tecnologías, por lo que se puede tener almacenado suficiente uranio para el funcionamiento del parque nuclear durante varios años.

La energía nuclear es una tecnología madura que mejora la seguridad del suministro energético de España, al tiempo que ayuda a la mitigación del cambio climático, por ser la mayor fuente baja en carbono para la producción intensiva de electricidad en base en nuestro sistema eléctrico. La operación a largo plazo del parque nuclear español representa una estrategia imprescindible para el cumplimiento de las tres directrices básicas que está promoviendo la Unión Europea: seguridad y calidad de suministro, competitividad y sostenibilidad ambiental.

Boix y Morer, 6 - 3º 28003 Madrid  
Tel. +34 915 536 303  
Fax +34 915 350 882  
[correo@foronuclear.org](mailto:correo@foronuclear.org)  
[@ForoNuclear](https://www.foronuclear.org)  
[www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)

